

Lámpsakos | N° 12 | pp. 34-42 | julio-diciembre | 2014 | ISSN: 2145-4086 | Medellín - Colombia

CARACTERIZACIÓN DEL SECTOR CERÁMICO TRADICIONAL DEL VALLE DE ABURRÁ Y LOS RIESGOS PROFESIONALES LATENTES EN SU PROCESO PRODUCTIVO

CHARACTERIZATION OF TRADITIONAL CERAMIC SECTOR IN ABURRÁ VALLEY AND PROFESSIONAL RISK LATENT IN THEIR PRODUCTION PROCESS

Gian Paolo Montoya-Rivas, MSc.

*Grupo de Calidad y Producción
Instituto Tecnológico Metropolitano – ITM
Medellín, Colombia
gianmontoya@itm.edu.co*

Renata Montoya-Rivas, MSc

*Grupo de Calidad y Producción
Instituto Tecnológico Metropolitano – ITM
Medellín, Colombia
renatamontoya@itm.edu.co*

Julián Botero-Giraldo, MSc

*Grupo de Calidad y Producción
Instituto Tecnológico Metropolitano – ITM
Medellín, Colombia
julianbotero@itm.edu.co*

(Recibido el 11-04-2014. Aprobado el 11-06-2014)

Resumen. El presente estudio busca caracterizar y diagnosticar los peligros y riesgos en las empresas del sector cerámico tradicional del Valle de Aburrá. En primera instancia, se caracteriza el sector cerámico a partir de la revisión bibliográfica, nacional y regional, para, finalmente, realizar un diagnóstico de los factores de riesgos profesionales en este sector, mediante encuestas a gerentes y líderes de las áreas, encargados de velar por la productividad de la empresa y por la gestión de los riesgos. Dentro de los principales hallazgos se encuentran las debilidades de las organizaciones para identificar y valorar los riesgos profesionales latentes.

Palabras clave: Riesgos profesionales; Sector cerámico tradicional; Caracterización; Peligros ocupacionales.

Abstract. This study seeks to characterize and diagnose the hazards and risks in companies belonging to the traditional ceramic industry in Valle de Aburrá. First the ceramic industry is characterized from literature review national and regional level, and finally a diagnosis of occupational risk factors occur in the sector through surveys of managers and / or leaders areas, therefore responsible for ensuring the productivity of the company as the risk management, with the main findings weaknesses presented by organizations to identify and assess the latent occupational hazards.

Keywords: Occupational hazards; Traditional ceramic industry; Characterization; Occupational hazards.

1. INTRODUCCIÓN

El sector cerámico en el Valle de Aburrá de Medellín está compuesto por tres grandes grupos; la cadena de proveedores, la cadena productiva y la cadena logística de distribución. Este sector recobra importancia en Colombia por las políticas nacionales propuestas en el Plan de Desarrollo Nacional 2010-2014 “Prosperidad para todos”, en el que está definido como una locomotora de crecimiento económico [1]. Por otro lado, es preciso resaltar que en las empresas del sector no se cuenta con una caracterización de los riesgos y peligros latentes que afectan la integridad de las personas y la productividad de las empresas, lo que impide que se tomen acciones para mitigar dichos eventos. Hasta el momento no se han encontrado estudios que apunten a esta problemática del sector cerámico tradicional ubicado en el Valle de Aburrá y, por lo tanto, este estudio se considera como fuente de consulta para futuras investigaciones.

Es menester conocer las características principales de este sector y el entorno de las empresas colombianas que no se limitan al ámbito regional o nacional sino, por el contrario, vive en un mercado globalizado y en constante cambio por los recientes tratados de libre comercio que ha firmado el Estado colombiano con diferentes países, tales como Estados Unidos, Canadá, la reciente alianza del Pacífico con Chile, Perú y México y que han presentado impactos positivos para la industria en diferentes aspectos como el acceso sin arancel a Estados Unidos, generación de la estabilidad jurídica para inversionistas, el incremento económico y el crecimiento del volumen de comercio internacional [2]. Esto obliga a las empresas colombianas a ser competitivas en el medio para no desaparecer en un futuro no muy lejano [3].

Esta competitividad no sólo depende de los procesos productivos y la capacidad de producción que logre la empresa, sino de que cuando el ser humano ha satisfecho sus necesidades fisiológicas debe velar por su seguridad [4].

Con esta investigación se busca caracterizar el sector cerámico del Valle de Aburrá con una clasificación de las empresas que conforman el sector e identificar los riesgos latentes que se presentan en la industria, teniendo en cuenta los riesgos contemplados por la legislación colombiana.

2. METODOLOGÍA

El problema de investigación está enmarcado en el estudio del sector cerámico tradicional ubicado en el Valle de Aburrá, que se divide en productos basados en arcilla y refractarios, entre los que se encuentran productos como: baldosas, ladrillos y tejas, porcelana de mesa, porcelana sanitaria y artística, compuestos por tres tipos básicos de elementos: arcilla, sílice y feldespato.

El presente estudio está conformado por cuatro etapas: el estudio económico del sector, el diseño de un instrumento para obtener información del sector, la aplicación del instrumento a las empresas y, finalmente, un análisis de los resultados hallados. Para el estudio económico del sector se realizó una contextualización y una revisión bibliográfica. Éste corresponde a un estudio de la literatura y trabajos previos relacionados con el sector y la gestión de los riesgos. La revisión bibliográfica fue una actividad permanente durante la investigación.

Finalmente, se compilan y se analizan los datos obtenidos en las encuestas para concluir sobre los riesgos existentes en el sector cerámico tradicional en el Valle de Aburrá. Se pretende que el estudio sea generalizado y replicado en otros sectores del ámbito industrial puesto que los riesgos son similares en el sector y los contempla la legislación colombiana y no pueden ser desconocidos por las organizaciones.

2.1. Caracterización económica del sector

El mercado de los cerámicos se encuentra ubicado dentro del sector minero como la rama de los minerales no metálicos [5]. Los productos de esta cadena hacen parte del sector productor de minerales no metálicos, al igual que los productos de vidrio y de cemento, y se encuentran agrupados, según el DANE (Departamento Administrativo de Estadística), en el sector CIIU1 361 [6]. La cadena de la cerámica, tal como la analiza este documento, incluye los productos resultantes de la fabricación industrial de artículos de barro, loza y porcelana. Según el Ministerio de Minas y Energía, el sector ha registrado incrementos progresivos evidenciados en indicadores como el Producto Interno Bruto (PIB) minero, las exportaciones de minerales y la inversión extranjera directa en minería, entre otros indicadores [5].

Como se muestra a continuación, en las tablas 1 y 2, el sector ha contribuido en un rango entre 4.77% y 5.62% al PIB entre los años 2002 y 2009.

Tabla 1. PIB correspondiente a minas e hidrocarburos. Adaptado de [5].

AÑO	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
PIB minas e hidrocarburos	11,5	11,6	11,5	11,7	12,1	12,4	13,3	14,9
PIB minas sin hidrocarburos	2,72	3,39	3,45	3,72	3,94	4,16	4,22	4,5
PIB total	205	215	225,	238	254	273	280	281

Tabla 2. Participación del sector de minas e hidrocarburos al PIB en porcentaje. Adaptado de [5].

PIB \ Año	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Minas e hidrocarburos	5,6%	5,4%	5,1%	4,9%	4,8%	4,6%	4,8%	5,3%
Minas sin hidrocarburos	1,3%	1,6%	1,5%	1,6%	1,6%	1,5%	1,5%	1,6%

Por otro lado, la participación que ha tenido el sector sin tener en cuenta los hidrocarburos oscila entre 1.32% y el 1.50%, es decir, se presenta una aceleración de esta rama.

El crecimiento del PIB estuvo enmarcado por varios factores, según la Comisión económica para América Latina y el Caribe (Cepal) el consumo de los hogares fue uno de los principales motores del crecimiento, el aumento de la inversión extranjera, gracias a políticas de seguridad nacional, la disminución del conflicto colombiano y, finalmente, la adopción de políticas contra cíclicas para estimular la reactivación económica, mediante medidas cambiarias, tributarias y sectoriales [7].

De igual manera, el comportamiento del PIB de la rama de los minerales no metálicos ha ido en aumento durante los últimos cinco años, como se muestra en la figura 1.

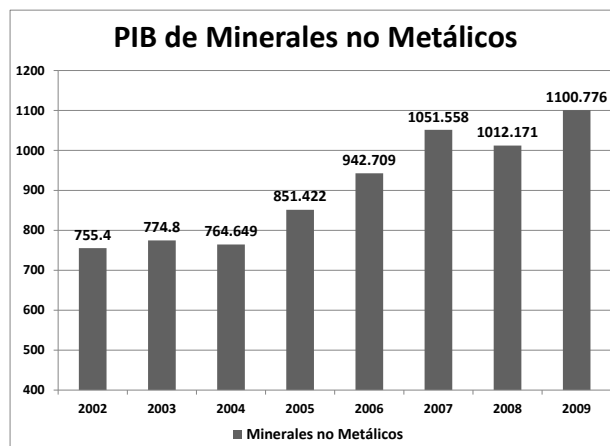


Figura 1. PIB de minerales no metálicos en millones de pesos. Adaptado de [8].

El incremento en el valor agregado de los minerales no metálicos obedeció al crecimiento en la producción de rocas y materiales utilizados en la construcción en 6,3%, de los minerales para usos industriales en 9,1%. De igual manera, entre 2002 y 2009 se ha visto un auge en la minería colombiana y se ha incrementado en un 274% el número de títulos mineros otorgados en el periodo, con un promedio de aumento anual del 10,2%, de acuerdo con los títulos inscritos en el Registro Minero Nacional [5].

2.2. Caracterización del sector regional

El sector cerámico en Colombia está altamente concentrado; más del 80% de la producción pertenece a cuatro empresas: ColCerámica S.A. (Grupo Corona), Cerámica Italia (10% del mercado de pisos en el país), Alfagrés S.A. (nacional) y Eurocerámica (nacional). Colceramica está ubicada en el Valle de Aburrá [9].

Según [10], en el Vallé de Aburrá se encuentran legalmente constituidas 34 empresas del sector cerámico tradicional, como se presenta en la Tabla 3. Empresas que tienen como base la producción o transformación del mineral cerámico e Itagüí es el municipio que registra el mayor número de empresas (13), seguido por Medellín (12). Estos dos municipios representan el 73.53% de la distribución empresarial en la subregión.

Tabla 3. Distribución de empresas por municipio en el Valle de Aburrá. Elaboración propia.

Municipio	Bello	Caldas	Copacabana	Envigado	Itagüí	La Estrella	Medellín	Sabaneta
Número de empresas	3	2	1	1	13	1	12	1

A pesar de que el sector cerámico cuenta con un significativo número de empresas en el Valle de Aburrá, éste no se ve reflejado en el número de personas contratadas, como se aprecia en la Figura 2. De acuerdo con la Cámara de comercio estas empresas suman un total de 610 empleados y el municipio que más empleados tiene es Itagüí con un total de 289, lo que representa un 47.37%, con un promedio de 22.23 personas ocupadas, seguido por el municipio de Sabaneta que, con sólo una empresa cuenta con 278 empleados, equivalentes a un 45.57%, en contraste con el municipio de Medellín que, para las 12 empresas que tiene distribuidas en su localidad, el número del personal asciende a 26, lo que representa un 0.98% de participación, con un promedio de 2.16 personas por empresa. Las 17 personas restantes están distribuidas de la siguiente manera: Bello con 4, Caldas con 1, Copacabana con 2, Envigado con 6 y La Estrella con 4.

El sector cerámico no es nuevo en Colombia, por el contrario, es un sector tradicional, en especial para el departamento de Antioquia, en el que existe un amplio portafolio de empresa con trayectoria y experiencia y su principal empresa es Electro Porcelana Gamma S.A. (Corona), que tuvo sus orígenes en el municipio de Caldas en la década de los 80 y se posicionó como empresa líder del mercado para los colombianos; por otro lado, en la última década se ha incrementado de manera notoria la constitución de empresas dedicadas a la producción o transformación del mineral cerámico que ha pasado de 13 empresas en 1999 a 34 en 2013, lo que indica un aumento del 161.53%, que se hace evidente por la confianza inversionista de los últimos años. Ver Figura 3.

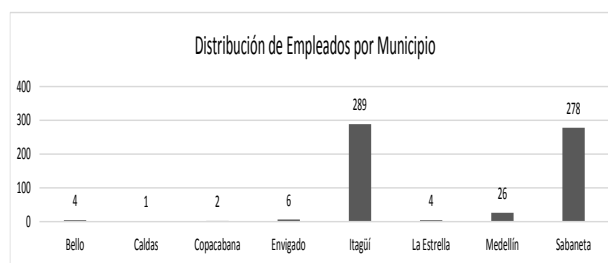


Figura 2. Distribución de empleados por municipio en el Valle de Aburrá. Elaboración propia.

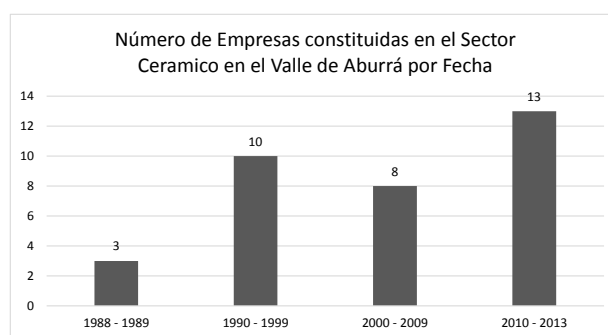


Figura 3. Número de empresas constituidas por fecha del sector cerámico en el Valle de Aburrá. Elaboración propia.

2.3. Caracterización de la cadena de suministros

Antes de describir la cadena de suministros del sector cerámico, es necesario describir qué es y en qué consiste una cadena logística o cadena de suministros.

Autores como [11] define la cadena de suministros como un conjunto de actividades funcionales (transporte y control de inventarios) que se repiten muchas veces a lo largo del canal de flujo, mediante las cuales la materia prima se convierte en productos terminados y se añade valor para el consumidor. Otros autores como [12] la definen como la integración de las funciones principales del negocio desde el usuario final a través de proveedores originales que ofrecen productos, servicios e información que agrega valor para los clientes y otros interesados. De igual manera [13] la definen como sistema que abarca todas las actividades asociadas con el flujo y la transformación de productos desde la etapa de materias primas hasta el usuario final, así como los flujos de información asociados [14].

La cadena de abastecimiento inicia con la extracción de la materia prima que se encuentra principalmente en Norte de Santander y Cundinamarca, cada uno con 32 y 71 empresas dedicadas a la extracción de minas y canteras de productos como caolín, arcillas de uso industrial, arcillas comunes y arenas. Después son transportadas hasta el lugar de almacenamiento y su posterior uso. El sector de la cerámica incorpora mayor porcentaje de materias primas importadas, entre ellas, las resinas, los pigmentos y las lacas, que no se producen actualmente en el país.

Luego, las materias primas pasan por diferentes procesos productivos: cocción, moldeado, prensado, secado, decorado y esmaltado. De las industrias que fueron mencionadas en la caracterización regional son de la industrial, en su mayoría, del sector tradicional, es decir, productos como porcelana sanitaria, lojería y porcelana industrial (eléctrica) [15].

Finalmente, estos productos son almacenados como terminados y despachados al mercado nacional y al internacional. En el ámbito nacional se distribuyen los productos principalmente por los canales de venta directa y grandes superficies [16].

2.4. Caracterización de peligros y riesgos en las empresas del sector cerámico tradicional en el Valle de Aburrá

Colombia no es ajeno a la presencia de riesgos que se dan como consecuencia del aumento de las industrias y la implementación de nuevas tecnologías que trae consigo mayor probabilidad de que estos sucesos aparezcan con más frecuencia y que también acontecen en países en vía de desarrollo como China, Brasil, México [17][18][19].

Según [10] dentro del sector cerámico tradicional se encuentran registradas en total 34 empresas [20]. Para determinar el tamaño de la muestra se deben asumir las siguientes condiciones. El número de empresas se clasifican como una distribución de probabilidad normal, debido a que no se conoce ni la media ni la varianza de la población (se asume normalidad de la variable aleatoria). La probabilidad de tener éxito en la aplicación del instrumento es del 50% (de igual manera la probabilidad de tener fracaso), según [21] ésta es considerada una probabilidad conservadora, con un nivel de confianza del 95% y un error admisible del 10% del muestreo, según [22], es decir:

$$n = \frac{n_o}{1 + \frac{n_o}{n}} \quad (1)$$

$$n_o = \frac{z^2 pq}{e^2} \quad (2)$$

Reemplazando, se tiene lo siguiente

$$n_o = \frac{(1.96)^2 (0.5) (0.5)}{(0.1)^2} = 96.04 \quad (3)$$

$$n = \frac{96.04}{\left(1 + \frac{96.04}{34}\right)} = 25.11 \quad (4)$$

La muestra óptima para la aplicación del instrumento es de 25 empresas del sector. Consecuentemente, después de aplicar el instrumento a las empresas, y con base en la identificación de [23][24][25], se obtuvieron los siguientes resultados:

En la Figura 5 se observa que la distribución de empresas del sector, en su mayoría, está compuesta por la pequeña empresa, seguido de la mediana y la grande.

Por otro lado, autores como [25], clasifica los riesgos ocupacionales desde el punto de vista del origen y no del efecto, es decir, en riesgos: físicos, químicos, biológicos, carga física y psicosocial de inseguridad, del medio ambiente y, finalmente, de saneamiento ambiental. Otros autores [26], [27], [28], [29], [30], [31], los definen como riesgos ocupacionales.

En el riesgo físico se clasifican los factores ambientales de naturaleza física como la energía que se desplaza en el medio, es decir, cuando se entra en contacto con las personas se pueden tener efectos nocivos sobre la salud [25]. En la Figura 6 se presenta el comportamiento de este riesgo en el sector cerámico tradicional.

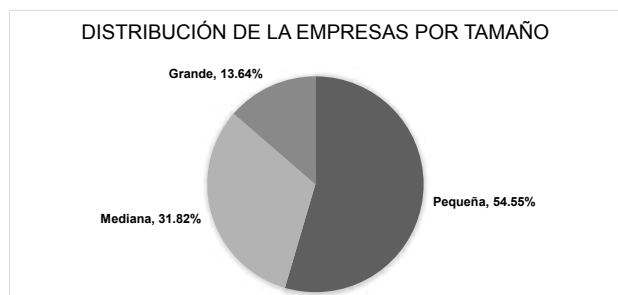


Figura 5. Distribución de las empresas por tamaño. Elaboración propia.

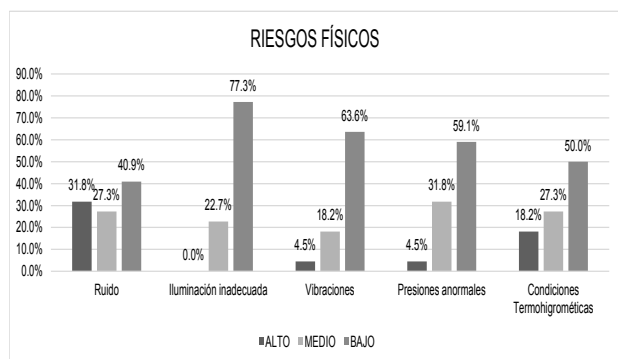


Figura 6. Comportamiento del riesgo físico en las empresas. Elaboración propia.

Según esta información se puede inferir que el riesgo físico que está presente en los tres tipos de empresas es el de la iluminación inadecuada. El 77.3% de las empresas lo considera como un riesgo alto. De igual manera, el 59.1% de las empresas considera el riesgo de presiones anormales como latente.

Para el riesgo químico, de acuerdo con [25] se define como los elementos y sustancias que entran al organismo y pueden provocar intoxicación. En la figura 7 se presentan estos riesgos.

Cabe resaltar que dentro del sector cerámico éste es un riesgo que se encuentra en el sistema productivo de las empresas por el alto material particulado, generación de gases y vapores en el momento de la cocción. El 13.6% de las organizaciones visualiza con un alto riesgo.

El riesgo de carga física y psicosocial, para [25] los define como los provenientes de trabajo como el proceso, la organización, el contenido y el medio ambiente que, en interacción con características del individuo y con aspectos extra laborales, determinan condiciones de salud y producen efectos en el bienestar del trabajador y en la productividad de la empresa. En la figura 8 se muestran los resultados obtenidos para este riesgo.

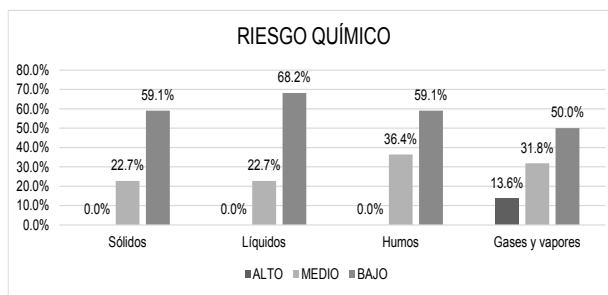


Figura 7. Comportamiento del riesgo químico en las empresas. Elaboración propia.

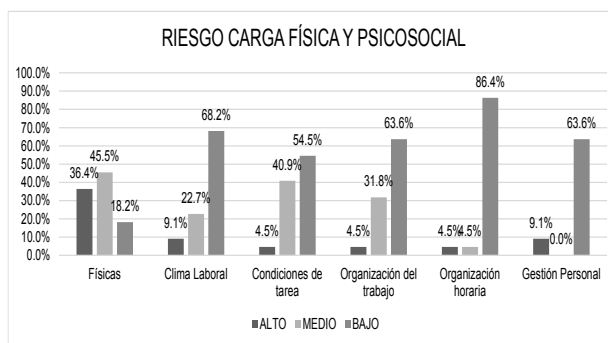


Figura 8. Comportamiento del riesgo de carga física y psicosocial. Elaboración propia.

El 36,4% de las empresas del sector considera las cargas físicas como un riesgo en sus procesos, y que se pueden dividir en posturas inadecuadas, una mala aplicación de fuerza, una movilidad inadecuada de carga y movimientos repetitivos. Cabe resaltar, además, que el clima laboral presenta un riesgo bajo para el 68,2% de las compañías, es decir, existe una buena cohesión entre las personas y un buen desempeño del equipo de trabajo.

El riesgo de inseguridad se define como aquellos factores que involucran condiciones peligrosas originadas en un mecanismo, equipo, objeto o instalaciones locativas que, por entrar en contacto con otra persona, pueden provocar daño físico de acuerdo con intensidad y tiempo de contacto.

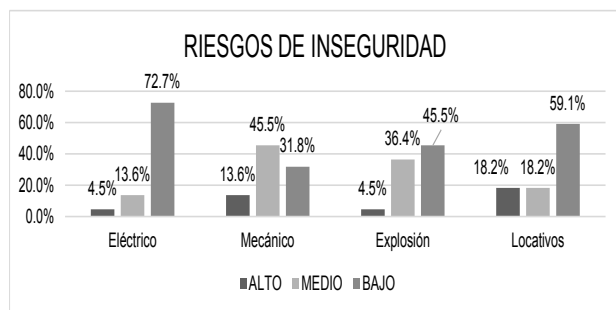


Figura 9. Comportamiento del riesgo de inseguridad. Elaboración propia.

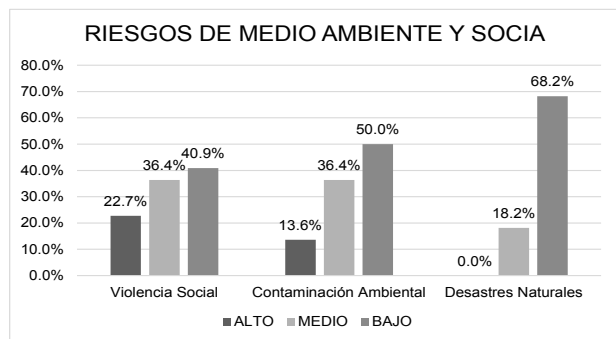


Figura 10. Comportamiento del riesgo de medio ambiente y social. Elaboración propia.

El 18.2% de las empresas considera alto los riesgos locativos y esto se puede explicar particularmente por el tamaño de las empresas, es decir, la empresa pequeña tiene restricciones en cuanto al espacio locativo y el diseño de sus procesos.

El factor de riesgo del medio ambiente físico y social es considerado como todas las condiciones externas que pueden desencadenar en los trabajadores y que normalmente no son controladas por el empleador [25]. Dentro de éstos se pueden clasificar los agentes como: exposición a la violencia social, contaminación ambiental y desastres naturales.

Para las empresas del sector cerámico se tienen las siguientes apreciaciones, como se presenta en la Figura 10.

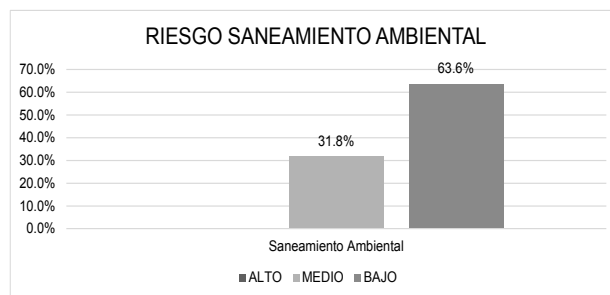


Figura 11. Comportamiento del riesgo de saneamiento ambiental. Elaboración propia.

Aunque la mayoría de las empresas están ubicadas en las laderas de la ciudad, el 68% de los empresarios no considera como un riesgo latente los desastres naturales que puedan llegar a ocurrir, por el contrario, la violencia es un riesgo que se generaliza entre medio y alto con un total del 59.1% de su apreciación.

El último factor de riesgo es el de saneamiento ambiental, que son todos los objetos, energía o sustancia sólida, líquida o gaseosa que resultan del uso, descomposición, transformación, tratamiento o destrucción de una materia o energía que carece de utilidad o valor y cuyo destino natural deberá ser su eliminación. Se presentan en la Figura 11.

En cuanto al riesgo de saneamiento ambiental, se pudo observar que el 63.6% de las empresas considera que es un riesgo bajo, esto se debe a un adecuado tratamiento que se realiza con las aguas residuales y recolección de residuos.

3. CONCLUSIÓN

En términos generales, el sector minero pasa por una coyuntura propicia para continuar su crecimiento económico por las actitudes tomadas desde las políticas de gobierno que permiten el aumento de la confianza inversionista nacional y extranjera y por las políticas para conservar el riesgo que puede llegar a sufrir el medio ambiente.

De igual manera, la importancia que ocupa el subsector de los cerámicos tradicionales en el Valle de Aburrá, puesto que cuenta con dos de las cuatro compañías más grandes del país y aportan con el desarrollo económico del Valle de Aburrá. Consecuente con esto, también es oportuno recalcar que el sector está compuesto por la pequeña y mediana

empresa y las empresas familiares son la base para el crecimiento de cada organización. Caso contrario ocurre con el nivel de empleabilidad de estas organizaciones en las que llega a ser deficiente en relación con la población total.

El impacto del desarrollo del sector se articula en gran medida por la cadena de abastecimiento, es decir, por la relación entre proveedores, empresa, clientes y el flujo de información. En la medida en la que esta cadena se fortalezca, impactará directamente en el sector cerámico tradicional en el Valle de Aburrá.

Por otro lado, los riesgos se encuentran dentro de las compañías del sector, unas con mayor relevancia que en otras, como lo menciona [32], pero estos riesgos siempre estarán inmersos en los procesos y dependen de las condiciones en las que se realice el trabajo, afectan de una u otra forma el desempeño de las organizaciones.

Para futuras investigaciones se recomienda crear una herramienta que permita el diagnóstico, análisis y la valoración de los riesgos de manera sistemática para tomar decisiones en cuanto a los riesgos profesionales.

REFERENCIAS

- [1] Departamento Nacional de Planeación, "Plan de Desarrollo Nacional: 'Prosperidad para todos' 2010-2014," pp. 1-51, 2010.
- [2] I. Russi, "El TLC y su impacto socioeconómico," *Univ. Sergio Arboleda*, 2014.
- [3] S. de Viteri, "El potencial Competitivo de la Empresa: Recursos, Capacidades, Rutinas y Procesos de Valor Añadido," *Investig. Eur. Dir. y Economía la Empres.*, vol. 6, pp. 71-86, 2000.
- [4] A. H. Maslow, "A theory of human motivation," *Psychol. Rev.*, vol. 50, no. 4, pp. 370-396, 1943.
- [5] DANE, "Informe Sector Minas - Departamento Administrativo Nacional de Estadística," 2009.
- [6] DANE, "Sector Cerámica - Departamento Administrativo Nacional de Estadística," pp. 379-390, 2008.
- [7] Banco de la Republica, "Reporte de Estabilidad Financiera," 2012.
- [8] DANE, "Producto Interno Bruto 2011 - Departamento Administrativo Nacional de Estadística," 2012.
- [9] DANE, "Informe de Coyuntura Económica Regional - Departamento Administrativo Nacional de Estadística," Antioquia, 2012.
- [10] Cámara de Comercio, "Cámara de Comercio de Medellín y Aburrá Sur," 2013.
- [11] R. H. Ballou, *Logística: Administración de la Cadena de Suministro*, Quinta. México: Pearson Education, 2004.
- [12] J. R. Stock and D. M. Lambert, *Strategic Logistics Management*, Segunda. McGraw Hill, 2001.
- [13] H. Camacho, K. L. Gómez, and C. A. Monroy, "Importancia de la cadena de suministros en las organizaciones," *Tenth Laccei Lat. Am. Caribb. Conf. (Laccei'2012)*, 2012.
- [14] R. B. Chase, F. R. Jacobs, and N. J. Aquilano, *Administración de Operaciones: Producción y Cadena de Suministros*, Duodécima. México: McGraw Hill, 2009.
- [15] U. del Atlántico and Universidad Autónoma de Occidente, "Ahorro de Energía en la industria Cerámica," pp. 1-26, 2008.
- [16] C. E. Arbeláez and M. E. Delgado, "Estandarización de las estibas en una empresa productora de pisos esmaltados de cerámica," *Univ. la Sabana*, 2001.
- [17] M. Li, D. Huang, and M. Liu, "Review of Recent Researches on Occupational Health Assessment in China," *Procedia Eng.*, vol. 43, pp. 464-471, Jan. 2012.
- [18] A. Pinto, I. L. Nunes, and R. a. Ribeiro, "Occupational risk assessment in construction industry - Overview and reflection," *Saf. Sci.*, vol. 49, no. 5, pp. 616-624, Jun. 2011.
- [19] M. a. Rodrigues, P. Arezes, and C. P. Leão, "Risk Criteria in Occupational Environments: Critical Overview and Discussion," *Procedia - Soc. Behav. Sci.*, vol. 109, pp. 257-262, Jan. 2014.

- [20] M. H. Noweir, M. M. Alidrisi, I. a. Al-Darrab, and M. a. Zytoon, "Occupational safety and health performance of the manufacturing sector in Jeddah Industrial Estate, Saudi Arabia: A 20-years follow-up study," *Saf. Sci.*, vol. 53, pp. 11–24, Mar. 2013.
- [21] C. Martínez Bencardino, *Estadística y Muestreo*, Décimo Ter. Bogotá: ECOE Ediciones LTDA., 2012, p. 898.
- [22] M. V. Buitrago and G. J. Posada, *Estadística: Guía Didáctica y Módulo*. Medellín: Fundación Universitaria Luis Amigó, 2008, p. 312.
- [23] C. Pan and Z. Jiangping, "Comprehensive Evaluation on Occupational Hazards for Steel Rolling Workshops with the Interactive Effects of Multiple Hazards," *Procedia Eng.*, vol. 43, pp. 143–149, Jan. 2012.
- [24] V. Villanueva and A. M. Garcia, "Individual and occupational factors related to fatal occupational injuries: a case-control study," *Accid. Anal. Prev.*, vol. 43, no. 1, pp. 123–7, Jan. 2011.
- [25] Ministerio de Protección Social, "Guía Técnica para el Análisis de Exposición a Factores de Riesgo Ocupacional," Colombia, 2011.
- [26] S. F. Hassam and K. A. K. Mahamad, "A study of occupational safety hazards: Safety and health issues in automotive industry," *2012 Int. Conf. Stat. Sci. Bus. Eng.*, pp. 1–6, Sep. 2012.
- [27] D. Huang, J. Zhang, and M. Liu, "Application of a Health Risk Classification Method to Assessing Occupational Hazard in China," *2009 3rd Int. Conf. Bioinforma. Biomed. Eng.*, pp. 1–5, Jun. 2009.
- [28] T. Eckert, "Occupational hazards of the safety engineer," *2011 IEEE Symp. Prod. Compliance Eng. Proc.*, pp. 1–6, Oct. 2011.
- [29] A. Malakahmad, A. G. Downe, and S. D. M. Fazlil, "Application of occupational health and safety management system at sewage treatment plants," *2012 IEEE Business, Eng. Ind. Appl. Colloq.*, pp. 347–350, Apr. 2012.
- [30] T. Chang, "Characteristic analysis of occupational accident and management service model in Taiwan Power Company," vol. 2006, pp. 0–3, 2013.
- [31] J. Zhong-an and W. Pei, "Evaluation System and Method for Analyzing Occupational Hazards in Dust Workplace," *2012 Int. Conf. Comput. Distrib. Control Intell. Environ. Monit.*, pp. 301–304, Mar. 2012.
- [32] O. N. Aneziris, E. Topali, and I. a. Papazoglou, "Occupational risk of building construction," *Reliab. Eng. Syst. Saf.*, vol. 105, pp. 36–46, Sep. 2012.